

แบตเตอรี่ โรงไฟฟ้าขนาดพกพา

ปัจจุบันเราอาศัยอยู่ในโลกที่ต้องพึ่งพาการทำงานของแบตเตอรี่อย่างมาก ทั้งนี้เพราะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของเรามากขึ้นเรื่อยๆ เริ่มจากอุปกรณ์จำเป็นใกล้ตัวอย่างเช่น โทรศัพท์มือถือ เครื่องเล่น MP3 คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก และกล้องวิดีโอ ซึ่งล้วนแล้วแต่ต้องการแหล่งพลังงานภายในที่มีขนาดเล็กสามารถพกพาไปด้วยได้สะดวก เพื่อให้สามารถใช้งานได้ทุกที่ทุกเวลาตามต้องการ แหล่งพลังงานขนาดเล็กดังกล่าวก็คงหนีไม่พ้นแบตเตอรี่ที่ปัจจุบันมีจำหน่ายอยู่ทั่วไป โดยมีความหลากหลายทั้งประเภท ขนาด และประสิทธิภาพการใช้งาน



กล้องวิดีโอ



คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก



โทรศัพท์มือถือ



MP3

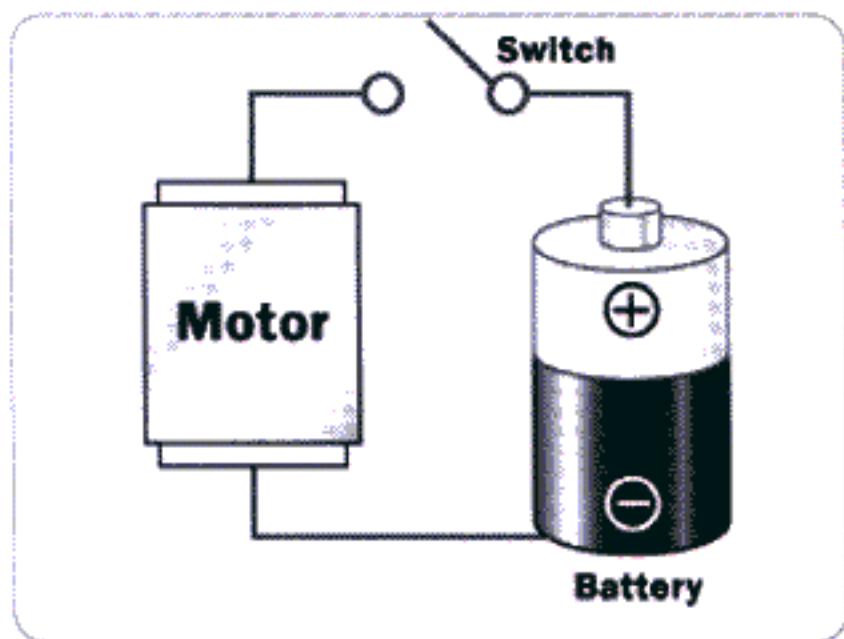
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทันสมัย ต่างต้องการพลังงานจากแบตเตอรี่

แบตเตอรี่ คืออะไร

แบตเตอรี่ (battery) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานเคมีที่เก็บไว้เป็นพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วยเซลล์ตั้งแต่ 2 เซลล์ขึ้นไปมาต่อกัน (ซึ่งอาจเป็นการต่อแบบอนุกรมหรือแบบขนาน)

แบตเตอรี่แบบพื้นฐานที่มีใช้กันทั่วไปประกอบด้วยแผ่นโลหะชนิดต่างๆ ที่ทำหน้าที่เป็นขั้วบวกหรือแคโทด และขั้วลบหรือแอโนด มีสารละลายเกลือ กรด หรือเบสทำหน้าที่เป็นสารอิเล็กโทรไลต์ โดยอิเล็กตรอนจะสะสมอยู่ที่ขั้วลบของแบตเตอรี่ ถ้ามีการต่อสายไฟเชื่อมระหว่างมอเตอร์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับขั้วบวกและลบของแบตเตอรี่ก็จะเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้นทำให้มีการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจากขั้วลบผ่านสารอิเล็กโทรไลต์มายังขั้วบวก และเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง

การไหลของอิเล็กตรอนจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจนกว่าอิเล็กตรอนที่ขั้วลบจะถูกใช้หมดไป ถ้าปฏิกิริยาเคมีดังกล่าวสามารถย้อนกลับได้ ก็จะทำให้เราสามารถประจุไฟเข้าไปในแบตเตอรี่ใหม่ได้



แผ่นภาพแสดงการต่อแบตเตอรี่กับมอเตอร์

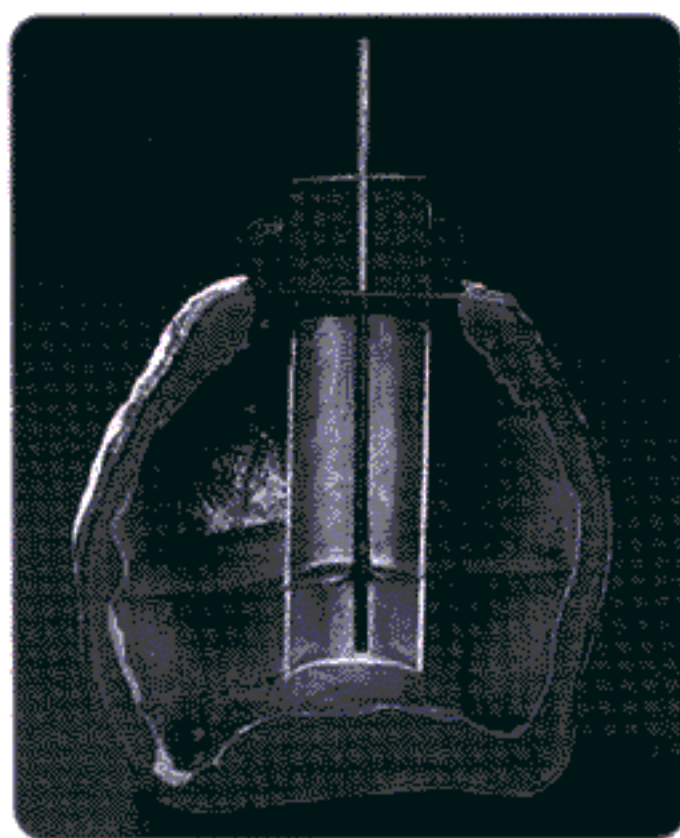
พัฒนาการของแบตเตอรี่

เมื่อ 600 ปีก่อนคริสต์ศักราช ชาวกรีกโบราณพบว่าการถูก้อนอำพันกับผ้าไหมจะทำให้ก้อนอำพันมีแรงดูดวัตถุที่มีน้ำหนักเบา เช่น เศษฟาง และขนนกได้ แต่พวกเขาไม่รู้ว่าทำไมจึงเป็นเช่นนั้น

จนกระทั่งถึงศตวรรษที่ 18 นี้เองที่เราเริ่มมีความเข้าใจเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น และรู้ว่าการขัดถูทำให้อิเล็กตรอนบริเวณผิวของผ้าไหมหลุดติดไปที่ผิวของอำพัน ทำให้ผิวของอำพันมีประจุลบสะสมในปริมาณมากจึงสามารถ

ดูดวัสดุอื่นที่มีน้ำหนักเบาให้มาติดได้ ลักษณะเช่นนี้เรียกว่าสภาพไฟฟ้าสถิต (static electricity) และเนื่องจากชาวกรีกเรียกอำพันว่า อิเล็กตรอน (electron) ทำให้มีการตั้งชื่อไฟฟ้าในภาษาอังกฤษว่า อิเล็กทริกซิตี (electricity)

เมื่อราว 200 ปี ก่อนคริสต์ศักราช มีการประดิษฐ์แบตเตอรี่โบราณขึ้นใช้เป็นครั้งแรกที่เมืองแบกแดด แบตเตอรี่ซึ่งพบที่เมืองแบกแดด (Baghdad battery) นี้มีลักษณะคล้ายตุ่มน้ำทำจากดินเหนียว สูง 5.5 นิ้ว กว้าง 3 นิ้ว มีจุดทำด้วยยางมะตอยมีท่อกลวงทำจากแผ่นทองแดงเสียบอยู่ โดยแผ่นทองแดงมีลักษณะยาวลงมาสัมผัสกับแผ่นทองแดงที่ก้นตุ่ม ตรงกลางของท่อทองแดงมีแท่งเหล็กขนาดเล็กเสียบอยู่ ในการใช้งานจะต้องเติมกรดน้ำส้มสายชูหรือน้ำองุ่นหมักลงไป เพื่อให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากท่อทองแดงผ่านไปยังแท่งเหล็กเกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งมีความต่างศักย์ไฟฟ้า ประมาณ 1.5-2 โวลต์ สันนิษฐานว่าแบกแดดแบตเตอรี่นี้อาจใช้งานในทางการแพทย์เพื่อระงับอาการปวดหรือใช้สำหรับเคลือบผิววัสดุด้วยโลหะ หรือไม่ก็ใช้ประกอบพิธีกรรมทางศาสนา



แบตเตอรี่โบราณซึ่งพบที่เมืองแบกแดด

ในปี ค.ศ.1791 ลุยจี กัลวานี (Luigi Galvani) นักชีววิทยาชาวอิตาลีพบปรากฏการณ์การเกิดกระแสไฟฟ้าจากสิ่งมีชีวิต (bioelectrogenesis) ขณะที่ใช้มีดที่ทำจากเหล็กกล้าฆ่าห่านขณะที่แช่อยู่ในน้ำเกลือเมื่อมีดเหล็กสัมผัสกับตะขอทองเหลืองที่ใช้ค้ำขาบให้อยู่กับที่จะเกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ทำให้ขาบที่ตายแล้วเกิดการกระตุกได้



ปรากฏการณ์การเกิดกระแสไฟฟ้าจากชาวม

ปี ค.ศ.1792 อาเลสซันโดร วอลตา (Alessandro Volta) นักฟิสิกส์ชาวอิตาลี ได้พิสูจน์ว่าเนื้อเยื่อของสัตว์ไม่ได้เป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดกระแสไฟฟ้าตามที่กล่าวนี้ได้เสนอไว้ แต่ปัจจัยที่สำคัญคือการใช้โลหะที่แตกต่างกัน 2 ชนิดกับสารละลายกรด เบส หรือเกลือเท่านั้น

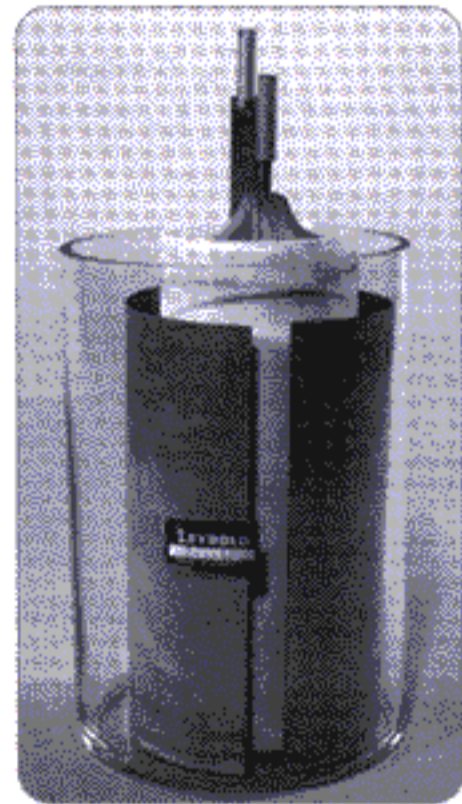
วอลตาจึงได้สร้างแบตเตอรี่แบบกระแสตรงขึ้นโดยการนำแผ่นสังกะสี และทองแดงหลายๆแผ่นมาวางซ้อนกันภายในท่อแก้วโดยมีผ้าชุบสารละลายกรด หรือเกลือแทรกระหว่างแผ่นโลหะทั้งสอง และเรียกสิ่งประดิษฐ์นี้ว่าแบตเตอรี่แบบคอลัมน์ (column battery) หรือ โวลทิก พิล (voltaic piles) แบตเตอรี่นี้มีจุดด้อยคือ จ่ายกระแสไฟฟ้าออกมาไม่สม่ำเสมอ อายุการใช้งานสั้น และกระแสไฟฟ้าจะหยุดไหลหากมีการสะสมของฟองแก๊สไฮโดรเจน ที่ขั้วทองแดงมากเกินไป



แบตเตอรี่แบบคอลัมน์

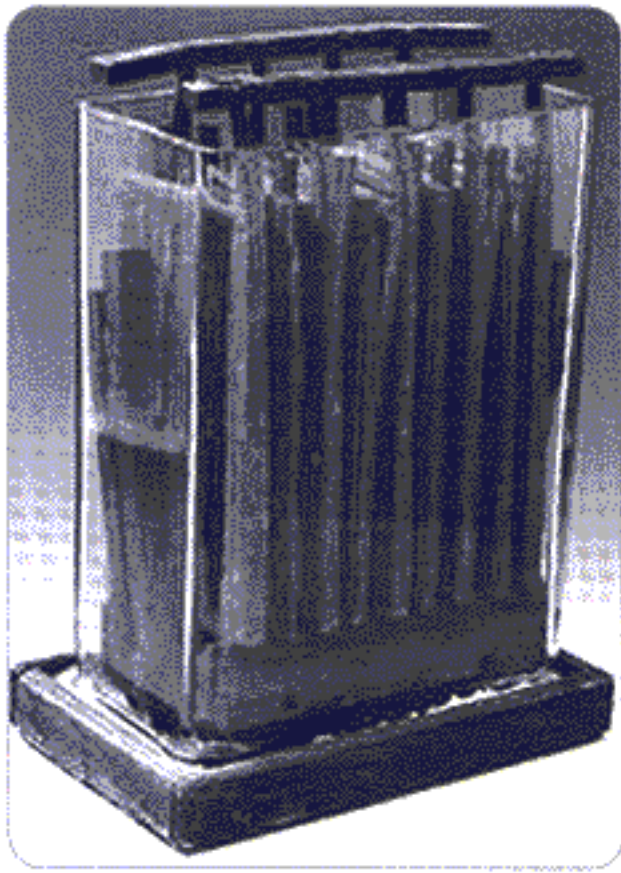
ในปี ค.ศ.1836 จอห์น แดเนียล (John Daniell) นักเคมี-ฟิสิกส์ ชาวอังกฤษ ได้ประดิษฐ์แบตเตอรี่ทองแดง-สังกะสี (copper-zinc battery) ที่จ่ายกระแสไฟฟ้าได้คงที่ที่ความต่างศักย์ 1.1 โวลต์ และมีอายุการใช้งานยาวนานขึ้นโดยการวางท่อทองแดงไว้ในโหลปากกว้าง ภายในท่อเป็นถ้วยเซรามิกที่มีรูพรุนเล็กๆ ตรงกลางของถ้วยมีแท่งโลหะผสมของสังกะสีและตะกั่วแขวนห้อยลงมาจากขอบโหล ทำให้แท่งโลหะถูกกัดกร่อนน้อยลงขณะไม่ใช้งาน

แบตเตอรี่ของแดเนียลใช้การเติมสารละลายอิเล็กโทรไลต์ 2 ชนิด ชนิดแรกคือสารละลายคอปเปอร์ซัลเฟต ซึ่งจะถูกเทลงไปก่อนประมาณความสูงครึ่งหนึ่งของโหลปากกว้าง จากนั้นจะค่อยๆ เทสารละลายซิงค์ซัลเฟตซึ่งมีความหนาแน่นน้อยกว่าลงไปเป็นชั้นที่สองให้สูงจนแท่งโลหะผสมของสังกะสีและตะกั่วจุ่มอยู่ใน แม้ว่าแบตเตอรี่ชนิดนี้จะมีอายุการใช้งานนานขึ้นกว่าแบบที่เคยมีมาก่อน แต่จุดด้อยก็คือไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้เพราะจะทำให้เกิดการผสมของสารละลายอิเล็กโทรไลต์ทั้งสองชนิดทำให้ใช้งานต่อไม่ได้



แบตเตอรี่ทองแดง-สังกะสี

ในปี ค.ศ.1859 เรมง ปลองเต (Raymond Planté) นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส ได้ประดิษฐ์แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด (lead-acid battery) ที่สามารถนำมาประจุไฟฟ้าใหม่ได้ แบตเตอรี่ชนิดนี้ประกอบด้วยแผ่นตะกั่ว 9 คู่ ต่อกันแบบขนานคั่นด้วยแผ่นยาง หรือผ้าสักหลาด จุ่มอยู่ในสารละลายกรดซัลฟิวริก ทำให้จ่ายกระแสไฟฟ้าได้นานขึ้น แต่ยังมีปัญหาสำคัญ ได้แก่ สารละลายกรดเกิดการรั่วไหลได้ง่าย



แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด

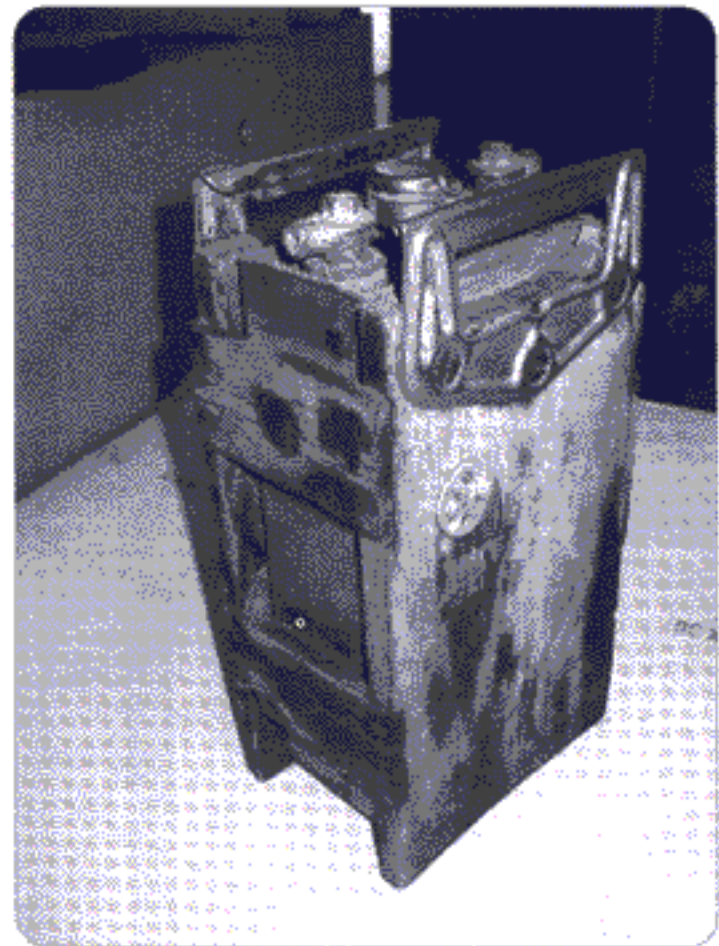
ในปี ค.ศ.1868 ชอร์ช แกลลองเช (George Leclanché) วิศวกรชาวฝรั่งเศส ได้พัฒนาแบตเตอรี่สังกะสี-คาร์บอนแบบเซลล์เปียก (zinc-carbon battery) ขึ้น โดยการใช้สารละลายแอมโมเนียมคลอไรด์แทนสารละลายกรด มีสังกะสีเป็นขั้วลบ และผงแมงกานีสไดออกไซด์ผสมผงคาร์บอนซึ่งอัดไว้จนแน่นในขั้วบวก แบตเตอรี่ชนิดนี้ผลิตได้ง่ายและใช้สะดวก มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน นิยมใช้กับเครื่องส่งสัญญาณโทรเลข โทรศัพท์ และกระดิ่งไฟฟ้า แต่แบตเตอรี่ชนิดนี้มีข้อเสียคือหนักและแตกง่าย พกพาไม่สะดวก อย่างไรก็ตามแบตเตอรี่ของแกลลองเชได้ถูกใช้เป็นต้นแบบของแบตเตอรี่ชนิดสังกะสี-คาร์บอนที่นิยมใช้ทั่วโลกในปัจจุบัน



แบตเตอรี่สังกะสี-คาร์บอนแบบเซลล์เปียก

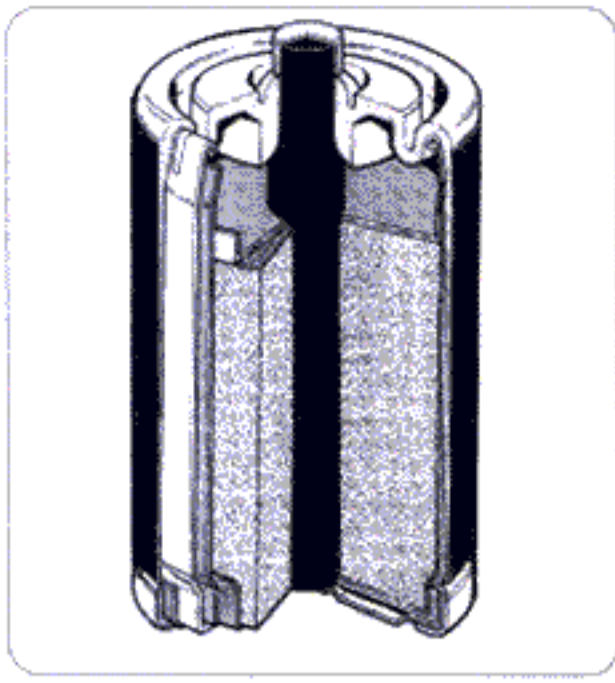
ในปี ค.ศ.1881 กามิล ฟอร์ (Camille Faure) ได้พัฒนาแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด ที่สามารถใช้ได้กับรถยนต์ขึ้นเป็นครั้งแรก โดยใช้ตะแกรงโลหะที่ทำจากตะกั่ว ร่วมกับสารตะกั่วออกไซด์ที่เตรียมให้มีลักษณะขั้วชนิดเหมือนแยมเพื่อป้องกันการรั่วไหล ทำให้แบตเตอรี่จ่ายกระแสไฟฟ้าได้ดีขึ้น

แบบเตอรี่ชนิดนี้นิยมใช้เป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับรถยนต์ เนื่องจากในช่วงเวลานั้นรถยนต์ที่ใช้พลังงานจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงจากฟอสซิลยังไม่ได้รับการพัฒนา รถยนต์พลังงานไอน้ำ และไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จึงได้รับความนิยมมากกว่า แต่ปัญหาที่พบจากการใช้แบตเตอรี่ในรถยนต์คือแบตเตอรี่มีน้ำหนักมาก และเกิดการกัดกร่อนของตะกั่วทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานสั้นลง



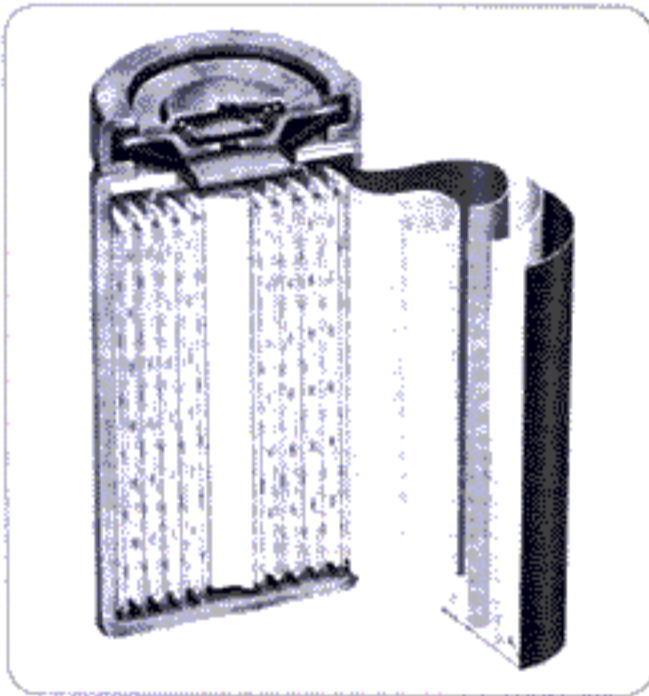
แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด ในปี ค.ศ.1881

ในปี ค.ศ.1887 คาร์ล กาสส์เนอร์ (Carl Gassner) นักประดิษฐ์ชาวเยอรมันได้ประดิษฐ์แบตเตอรี่ชนิดแห้ง (dry battery) ขึ้น โดยใช้สารแอมโมเนียมคลอไรด์ที่ถูกดูดซึมไว้ในปูนพลาสเตอร์ที่มีรูพรุนเป็นสารอิเล็กโทรไลต์แทนการใช้สารละลาย บรรจุอยู่ในถ้วยสังกะสีซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วลบ และมีแท่งแมงกานีสไดออกไซด์ผสมคาร์บอนเป็นขั้วบวก นับเป็นต้นแบบของแบตเตอรี่เซลล์แห้งในเวลาต่อมา แบตเตอรี่ชนิดนี้มีราคาถูก ใช้งานง่าย และไม่มีสารละลายรั่วไหล แต่ข้อเสียคือใช้งานได้ไม่ดีในที่ที่มีอากาศหนาวเย็น



แบตเตอรี่ชนิดแห้ง

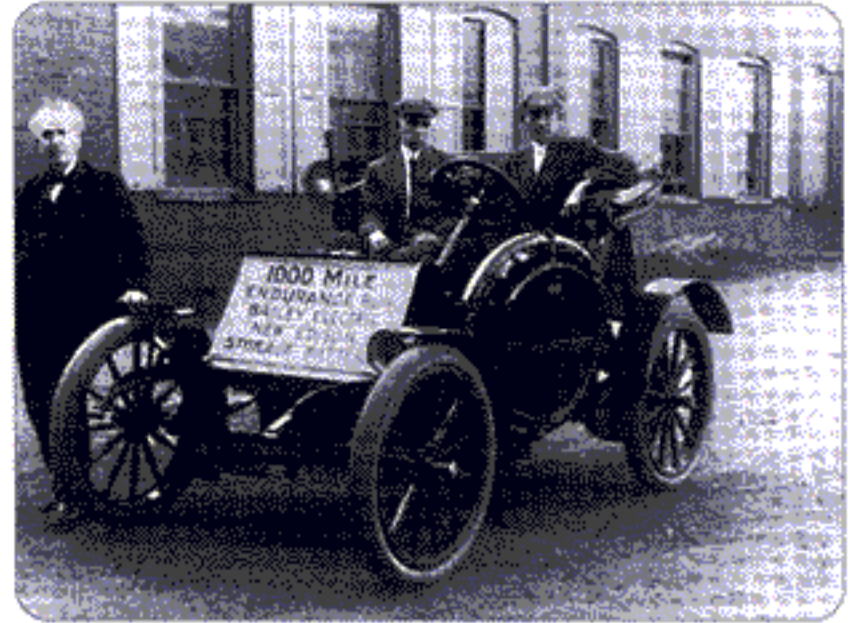
ในปี ค.ศ.1899 Jungner and Berg นักประดิษฐ์ชาวสวีเดนได้พัฒนาแบตเตอรี่นิกเกิล-แคดเมียม (nickel-cadmium battery) ขึ้นโดยใช้แคดเมียมเป็นขั้วลบ และนิกเกิลออกไซด์เป็นขั้วบวก ทำให้สามารถใช้งานได้ดีที่อุณหภูมิต่ำ แต่แคดเมียมซึ่งเป็นวัตถุดิบในการผลิตในช่วงเวลานั้นมีราคาสูงมาก จึงมีการใช้งานที่จำกัดไม่แพร่หลาย



แบตเตอรี่นิกเกิล-แคดเมียม

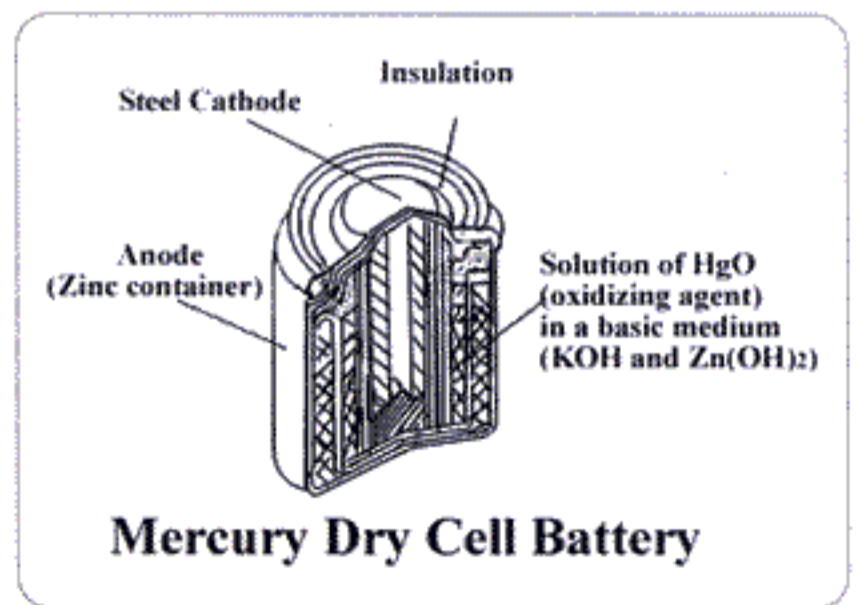
ในปี ค.ศ.1903 ทอมัส เอดิสัน (Thomas Edison) นักประดิษฐ์ที่มีชื่อเสียงชาวอเมริกัน ได้พัฒนาแบตเตอรี่ชนิดอัลคาไลน์ (alkaline battery) ที่น้ำหนักเบา และอายุการใช้งานที่ยาวนานสำหรับรถยนต์ขึ้น โดยเอดิสันได้ทดลองเลือกใช้โลหะ และวัสดุต่างๆ นับพันชนิด และพบว่าการใช้แผ่นเหล็กเป็นขั้วลบ และนิกเกิลออกไซด์เป็นขั้วบวก โดยมีสารละลายโปแตสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นสารอิเล็กโทรไลต์

ทำให้ได้แบตเตอรี่ที่น้ำหนักเบา มีความต่างศักย์ในช่วง 1-1.35 โวลต์ ให้กระแสไฟฟ้าที่คงที่ และประจุไฟฟ้าใหม่ได้ อายุการใช้งานนานเหมาะสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม และรถยนต์



รถยนต์พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่คันแรก

ปี ค.ศ.1930 ถือว่าเป็นยุคแห่งการปฏิวัติการผลิตแบตเตอรี่ท่ามกลางช่วงเวลาแห่งการเกิดสงครามโลกครั้งที่ 2 เมื่อแซมมูเอล รูเบน (Samuel Ruben) นักประดิษฐ์ชาวอเมริกันได้ประดิษฐ์แบตเตอรี่ปรอท (mercury battery) ขึ้นเป็นครั้งแรก แบตเตอรี่ชนิดนี้มีขนาดเล็ก ทนทานต่อสภาพการทำงานต่างๆ และมีความจุกระแสไฟฟ้าสูงกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่นที่เคยผลิตขึ้นมาใช้งาน จึงนิยมนำมาใช้กับไฟฉาย เครื่องตรวจจับโลหะ และวิทยุสื่อสารในช่วงสงคราม แต่ต่อมาไม่ได้รับความนิยมใช้เนื่องจากเริ่มทราบกันทั่วไปถึงความเป็นพิษของปรอท

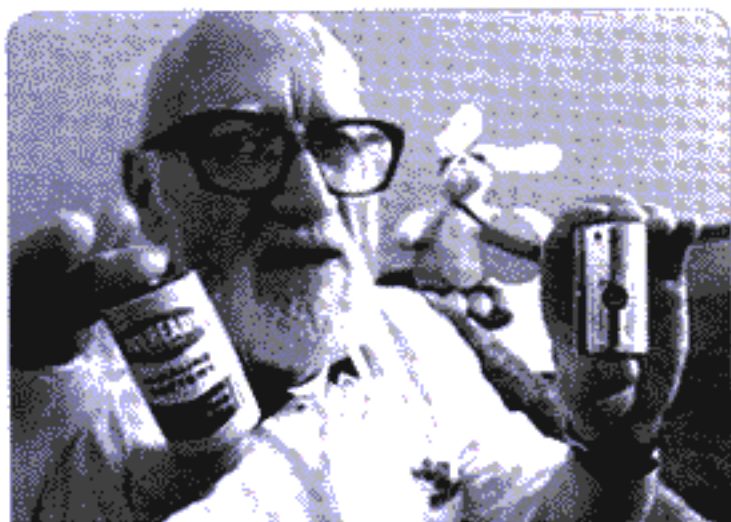


Mercury Dry Cell Battery

แบตเตอรี่ปรอท

¹ แบตเตอรี่อัลคาไลน์ คือ แบตเตอรี่ที่ใช้อิเล็กโทรไลต์เป็นสารละลายของโลหะหมู่ 1 ซึ่งเรียกว่าโลหะอัลคาไลน์

ในปี ค.ศ.1950 ลิว เอร์รี่ (Lew Urry) วิศวกรเคมีชาวแคนาดา ได้พัฒนาแบตเตอรี่อัลคาไลน์แมงกานีส (alkaline manganese battery) ขึ้น โดยใช้สารอิเล็กโทรไลต์ที่เป็นเบสเข้มข้นแทนการใช้กรดที่มักใช้กันโดยทั่วไปในแบตเตอรี่ยุคก่อน แบตเตอรี่ของเอร์รี่มีขนาดเล็ก พกพาสะดวก และอายุการใช้งานยาวนาน สามารถใช้งานในสภาพอากาศที่หนาวเย็นมากๆ ได้ดี อิเล็กโทรไลต์ที่มีสมบัติเป็นด่างปลอดภัยต่อสิ่งมีชีวิตมากกว่ากรด และทำให้โลหะฝุ่กร่อนน้อยลง แต่มีราคาแพงกว่า ซึ่งถือได้ว่าแบตเตอรี่ของเอร์รี่นี้เป็นต้นแบบของแบตเตอรี่อัลคาไลน์ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน



Lew Urry shows an original alkaline battery from 1958, left, and a current battery, right.

แบตเตอรี่อัลคาไลน์

แบตเตอรี่สมัยใหม่

ปัจจุบันแบตเตอรี่ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นักประดิษฐ์รุ่นใหม่ต่างมุ่งหาวัสดุใหม่ๆ มาใช้ทำเป็นขั้วไฟฟ้าและสารอิเล็กโทรไลต์ เพื่อให้ได้แบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา สามารถเก็บกระแสไฟฟ้าได้มาก และมีอายุการใช้งานยาวนานเพื่อให้สามารถใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าสมัยใหม่ที่มีขนาดเล็กลงเรื่อยๆ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ทำให้วิศวกรมีอิสระในการออกแบบอุปกรณ์และเครื่องมือให้มีรูปร่าง

และขนาดที่หลากหลายยิ่งขึ้น แต่ถึงแม้ว่าแบตเตอรี่จะได้รับพัฒนาให้มีประสิทธิภาพสูงเพิ่มขึ้นเพียงใดก็ตามหลักการทำงานพื้นฐานของแบตเตอรี่ก็ยังไม่เปลี่ยนแปลงไปจากแบตเตอรี่โบราณซึ่งพบที่เมืองแบกแดดมานัก



แบตเตอรี่แบบต่างๆที่ใช้ในปัจจุบัน

ความต้องการในการดำเนินชีวิตอย่างสะดวกและรวดเร็วในโลกปัจจุบันทำให้เรามีความต้องการใช้แบตเตอรี่กันมากขึ้น แบตเตอรี่เก่าที่ไม่สามารถใช้งานได้กลับกลายเป็นขยะพิษ และถูกทิ้งลงสู่สภาพแวดล้อมในปริมาณที่มากขึ้นเรื่อยๆ ทุกครั้งที่เราใช้แบตเตอรี่เราจึงควรใช้อย่างคุ้มค่าให้ความสำคัญกับการเลือกชนิดของแบตเตอรี่ที่เหมาะสม ไม่เก็บแบตเตอรี่ไว้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงหรือขึ้นเกินไป เลือกใช้แบตเตอรี่แบบที่ประจุไฟใหม่ได้ และไม่ทิ้งแบตเตอรี่เก่าปะปนไปกับขยะทั่วไป เพราะเวลาผ่านไปส่วนเปลือกที่ห่อหุ้มแบตเตอรี่จะเสื่อมสภาพหรือฝุ่กร่อน สารเคมีที่เสื่อมสภาพภายในจะไหลออกมาสู่สิ่งแวดล้อม สารพิษนี้ก็จะเข้าสู่ระบบนิเวศและระบบห่วงโซ่อาหาร ผ่านทางดิน น้ำ และอากาศ และก่อให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ และสภาพแวดล้อมได้

แหล่งข้อมูล

<http://www.corrosion-doctors.org/Batteries/History.htm>

<http://www.corrosion-doctors.org/Biographies/GalvaniBio.htm>

http://en.wikipedia.org/wiki/Battery_%28electricity%29#Battery_capacity

<http://www.batteryfacts.co.uk/BatteryHistory/Volta.html>

<http://www.mpoweruk.com/history.htm>

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คติปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

